



spirax/sarco

Vol.137 / Sep 2023

기획 시리즈 - 올바른 스팀사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 15

## 스팀트랩

Key Solution 16

### 과열증기의 특성과 디슈퍼히팅 시스템

After Service

BTS1050 보일러 블로우다운 타이머  
- 시간 세팅

03

## 기획 시리즈

올바른 스팀 사용을 위한 스팀 엔지니어링 지침 15  
스팀트랩

08

## Key Solution 16

과열증기의 특성과 디슈퍼히팅 시스템

13

## ONE PLANET

ENGINEERING WITH PURPOSE

14

## After Service

BTS1050 보일러 블로우다운 타이머 - 시간 세팅

16

## News

2023년 스팀기술연수교육 및  
스팀트랩진단사 자격검정 안내

발행 : 한국스파이렉스사(주)

<http://www.spiraxsarco.com/global/kr>

발행인 : 김창용

편집인 : 좌운전

편집 : 이미경

디자인 : 더콘텐츠

인쇄 : 애드플랫폼

Steam People의 모든 내용은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/global/kr> 에서도 만나실 수 있습니다. 본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를 이용하시기 바랍니다.

### 기획 시리즈

올바른  
스팀 사용을 위한  
스팀 엔지니어링 지침 15

# Steam

이번 호부터는 스팀 시스템에서의 가장 필수적인 설비 중 하나인 스팀트랩에 대해 소개하고자 한다. 먼저 스팀트랩의 필요성과 스팀트랩의 종류 중 온도조절식 스팀트랩인 압력평형식과 바이메탈 스팀트랩에 대해 알아보겠다.





# Trap 스팀트랩

모든 스팀 시스템에서 스팀트랩은 가장 필수적인 설비 중의 하나이다. 스팀 트랩은 열을 최대한 사용하도록 스팀을 설비 내에 잡아두었다가 적절한 시점에 응축수와 비응축성 가스를 배출하도록 하는 스팀 및 응축수 관리 시스템의 연결고리이다.

다음 질문에 대해 생각해 보자.

- 설비가 요구하는 온도까지 빠르게 도달하는가? 아니면 아주 천천히 반응하는가?
- 부적절한 스팀트랩핑에 의해 워터해머, 부식 및 스팀 누출이 발생하고 정비 비용이 너무 많이 발생하지는 않는가?
- 시스템의 설계가 잘못되어 스팀트랩의 수명과 성능에 부정적인 영향을 미치는지는 않는가?

위 질문들의 답을 생각해 보면, 스팀트랩은 스팀 시스템 전체와 영향을 주고 받는다는 것을 알 수 있다.

## 왜 스팀트랩이 필요한가?

“스팀트랩의 역할은 설비에서 응축수는 배출하고 생증기의 누출은 방지하는 것이다.”

어떤 스팀 시스템도 핵심적인 요소인 스팀트랩 (또는 트랩)이 없이 완성될 수는 없다. 스팀트랩은 스팀 시스템과 응축수 회수 배관을 연결하는 핵심적인 장비로, 스팀 및 응축수 시스템에서 가장 중요한 연결고리가 된다.

스팀트랩은 한마디로 응축수뿐만 아니라 공기나 다른 비응축성 가스도 함께 시스템에서 배출하여 스팀이 가능한 한 건조한 상태로 공급되어야 할 위치에 도달하도록 함으로써, 스팀이 효율적으로 경제적으로 성능을 발휘하도록 하는 것이다.

스팀트랩이 다루어야 할 응축수의 양은 심각할 정도로 변화한다. 트랩은 응축수를 스팀의 포화온도에서 응축수가 발생하자마자 배출해야 하기도 하고, 어떤 경우에는 공정에 응축수가 가지고 있는 현열의 일부까지 주고 스팀 온도보다 낮은 온도에서 배출하기도 한다.

또한 스팀트랩이 작동하는 스팀의 압력은 진공에서부터 수백 bar 사이에 이르는 압력이 될 수 있다. 이 변화하는 조건에 따라 여러 가지 타입의 스팀트랩이 있으며 각각은 고유한 장점과 단점을 가지고 있다. 경험에 의하면 스팀트랩의 특성이 설비의 운전 특성과 잘 맞을 때 가장 효율적으로 작동한다. 특정한 조건에서 적합한 기능을 수행하기 위해 올바른 트랩을 선택하는 것은 필수적이다. 한번 보아서 이 조건이 어떤 것인지 분명히 알 수는 없다. 그것은 운전 압력의 변화, 부하 또는 배압의 변동일 수도 있고 극한의 온도 조건이거나 워터해머일 수도 있으며 부식이나 오물에 예민한 것일 수도 있다. 이들 조건이 무엇이든 올바른 스팀트랩의 선정은 시스템 효율을 올바르게 유지하기 위해 중요한 것이다.

한 가지 분명한 것은 한 가지 타입의 스팀트랩만으로는 모든 설비에 맞는 선택을 할 수는 없다는 것이다.

## 스팀트랩 선정 시 고려할 사항

### ◆ 공기의 제거

시운전 시 즉, 공정의 가동 초기에 가열 공간은 공기로 가득 차 있으며 이 공기를 제거하지 않으면 전열 효과가 떨어져 예열 시간이 길어진다. 결국 시동 시간이 길어지고 설비의 효율도 떨어진다. 따라서 가능하면 이 공기는 가열 공간에 유입되는 스팀과 서로 섞이기 전에 신속하게 배출되어야 한다. 만약 공기와 스팀이 서로 혼합이 되면 이들을 분리하기 위해서는 스팀을 응축시켜 공기만 남도록 해야 하며 공기는 안전한 장소로 배기되어야 한다. 보다 대형의 스팀 공간에서는 별도의 에어벤트가 필요하다. 그렇지만 스팀 시스템에서 대부분의 경우 공기는 스팀트랩을 통해 배출된다.

여기서 온도조절식 스팀트랩은 확실히 다른 타입의 스팀트랩에 비해 공기를 제거하는 장점을 가지고 있는데, 그 이유는 가동 초기에 온도조절식 스팀트랩의 밸브가 완전히 열려 있기 때문이다.

후로트 트랩에는 온도조절식 에어벤트가 내장되어 있어 매우 효과적이며, 써모다이내믹 트랩의 경우에도 어느 정도의 공기를 처리할 수 있는 능력이 있다. 그러나 고정 오리피스스의 작은 홀과 버켓트 트랩의 벤트 홀은 에어 벤팅 능력이 부족하여 예열 시간이 길어지고 생산성이 떨어지며 부식 문제를 일으킨다.

### ◆ 응축수의 제거

공기를 벤트시킨 후, 트랩은 응축수를 배출하고 스팀은 배출하지 않아야 한다. 트랩에서 스팀이 누출되면 공정의 비효율과 경제적 낭비를 가져온다. 그러므로 스팀트랩은 응축수만 통과시키고 스팀은 공정 내부 공간에 잡아 두어야 한다. 만약 열전달량이 공정에 매우 중요한 경우, 응축수는 발생 즉시 스팀과 같은 온도에서 배출되어야 한다. 스팀 사용 설비에서 효율이 감소하는 주된 원인 중에 하나가 바로 부적절한 스팀트랩의 선정에 의해 발생한 응축수 정체 때문이다.

### ◆ 공장의 성능

가장 기본적인 요구 사항인 공기와 응축수의 제거가 고려되었다면 이제 공장의 성능에 대해 주의를 기울여야 한다. 간단히 말하자면, 특별히 응축수가 정체되도록 설계되지 않았다면 열교환기가 최고의 성능으로 운전되도록 스팀 공간은 깨끗한 건조 스팀으로 채워져야 한다. 스팀트랩의 타입이 이것에 영향을 줄 것이다. 예를 들면, 온도조절식 트랩은 응축수가 포화증기 온도 이하로 냉각될 때까지 배출을 지연시킨다. 이 응축수가 스팀 공간 내부에 있게 된다면 전열 면적을 감소시켜 열교환기의 성능을 저하시킨다. 응축수의 배출 온도를 가능한 낮게 하는 것은 매우 매력적으로 보일지 모르지만 일반적으로 대부분의 공정에서는 스팀 공간에서 응축수가 발생하는 즉시 스팀의 온도에서 배출되어야 한다. 이것은 온도조절식 트랩과는 다른 운전 특성을 요구하며 이런 용도로 기계식 트랩이나 써모다이내믹 타입의 트랩을 설치해야 한다. 스팀트랩의 타입을 선정할 때 최우선적으로 공정의 요구 사항을 검토하는 것이 필수적이다.

일반적으로 스팀과 응축수 시스템에 연결된 공정의 종류에 따라 특정 조건에서 가장 우수한 성능을 발휘하는 타입을 결정해야 한다. 일단 타입이 선정되면 스팀트랩의 구경을 선정해야 한다.

구경 선정 시에는 시스템의 운전조건 즉, 다음의 변수를 알아야 한다.

- 최대 스팀 압력과 배압
- 스팀의 운전 압력과 배압
- 온도와 유량
- 공정이 온도 조절되는가?

### ◆ 신뢰성

경험에 의하면 ‘우수한 스팀트랩핑’은 신뢰성과 같다고 본다. 최소한으로 주의를 기울여도 필요한 최적의 성능을 발휘해야 한다.

신뢰성이 저하되는 원인은 많은 경우에 다음과 관련이 있다.

- 응축수의 상태에 따른 부식 문제가 있다. 이것은 양질의 급수 처리와 특수한 배관 재질을 사용하여 해결할 수 있다.
- 스팀트랩 다음의 배관이 상승하여 발생하는 워터해머는 종종 설계 단계에서 간과하여 발생하며, 이러한 것이 간과되는 경우 신뢰성 있는 스팀트랩에 불필요한 손상을 입히는 원인이 된다.
- 보일러에서 캐리오버된 수처리 미물질 또는 배관 내의 미물질에 의해 트랩 운전에 영향을 주게 된다.

스팀트랩에 요구되는 가장 중요한 기능은 응축수와 공기의 제거이며, 이를 위해 스팀트랩의 작동원리를 확실하게 이해해야 한다.

### ◆ 재증발증기 (Flash Steam)

고압 시스템의 뜨거운 응축수를 저압의 응축수 배관으로 배출하는 경우 자연적으로 재증발증기가 발생하며, 이 재증발증기로 인해 많은 사람들이 스팀트랩의 작동 상태에 대해 혼란을 겪게 된다.

스팀의 압력과 온도에서 생성된 응축수의 엔탈피를 포화증기표에서 살펴보자. 예를 들어 7 bar g 응축수의 경우 온도는 170.5 °C이고 보유 열량은 721 kJ/kg (= 172 kcal/kg)이다.

응축수가 대기 중으로 배출되면 단지 물로 존재하면서 온도는 100 °C를 유지하고 포화수의 열량은 419 kJ/kg (= 100 kcal/kg)이 된다. 이때 과잉의 열량인 302 kJ/kg (= 72 kcal/kg)은 약간의 물을 증발시켜 대기압 상태의 스팀을 발생시킨다.

이렇게 생산된 스팀을 재증발증기라고 부른다. 위와 같은 조건에서 발생된 재증발증기의 양은 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{저압에서의 재증발증기 발생량} &= \frac{\text{과잉 열량 (kJ/kg)}}{\text{저압에서의 증발 엔탈피 (kJ/kg)}} \\ &= \frac{302.0 \text{ (kJ/kg)}}{2,257.0 \text{ (kJ/kg)}} \\ &= 0.134 \text{ kg 재증발증기 / 응축수 kg} \\ &= 13.4 \% \end{aligned}$$

만약 스팀트랩에서 7 bar g의 응축수 500 kg/h가 대기 중으로 배출된다면 재증발증기 발생량은  $500 \times 0.134 = 67 \text{ kg/h}$ 가 된다.

이것은 스팀 및 응축수의 순환 회로에서 약 38 kW의 에너지가 손실된다는 것을 의미한다. 결국 이를 활용하면 스팀과 응축수 회로에서의 열수지(Heat Balance)에서 자주 간과되어 버리는 상당한 양의 유용한 에너지를 절감할 수 있어 시스템의 효율을 향상시키는 간단한 기회가 된다.

## 스팀트랩은 어떻게 작동하는가?

스팀트랩의 종류를 분류하면 크게 3가지의 기본형태로 나눌 수 있고, 이는 국제규격인 ISO 6704 :1982에 정리되어 있다.

### ◆ 스팀트랩의 종류

#### 온도조절식 스팀트랩 (유체의 온도차에 의해 작동)

포화증기의 온도는 스팀의 압력에 따라 결정된다. 스팀 공간에서 스팀은 증발 엔탈피를 잃고 스팀의 온도에서 응축수를 발생시킨다. 여기서 열(현열)을 더 잃게 되면 응축수의 온도가 떨어진다. 온도조절식 스팀트랩은 이 낮은 온도가 감지될 때 응축수를 통과시킨다. 트랩에 스팀이 유입되면 온도가 상승하고 스팀트랩이 닫힌다.

#### 기계식 스팀트랩 (유체의 밀도차에 의해 작동)

이 종류의 스팀트랩은 스팀과 응축수의 밀도차를 감지하여 작동한다. 이 스팀트랩은 다시 볼후로트 스팀트랩과 버킷트 스팀트랩으로 나눌 수 있다. 볼후로트 스팀트랩은 응축수가 있으면 볼이 떠올라 밸브를 열고 응축수를 통과시킨다. 버킷트 스팀트랩은 스팀이 트랩에 유입되면 버킷트가 떠올라 밸브를 닫는다. 양쪽 모두 근본적인 작동 원리는 기계식이다.

#### 써모다이나믹 스팀트랩 (유체 역학의 차에 의해 작동)

써모다이나믹 스팀트랩의 작동원리는 부분적으로 응축수에서 발생하는 재증발증기에 의존하고 있다. 써모다이나믹 스팀트랩은 '디스크', '임펄스', '라비린스' 트랩으로 나눌 수 있다.

'고정 오리피스 트랩'을 써모다이나믹 스팀트랩에 포함하는 경우도 있으나, 실제로 이 트랩은 단순히 고정 오리피스 홀을 통해 단 한 가지 조건에서만 계산된 양의 응축수만을 통과시키기 때문에 엄밀한 의미의 자동스팀트랩으로 규정할 수는 없다. 모두 흐름에 따라 동압이 있게 되면 뜨거운 응축수에서 재증발증기가 발생하여 스팀과 응축수의 혼합체가 되는 것을 이용한다. 각 스팀트랩 종류에 대해 자세히 살펴보자.

## 온도조절식 스팀트랩 (Thermostatic Steam Trap)

### ◆ 압력평형식 스팀트랩 (Balanced Pressure Steam Trap)

이 트랩의 작동 온도는 주변의 스팀 압력에 영향을 받는다. 사용되는 엘레먼트는 물보다 낮은 온도의 비등점을 가진 특수한 액체가 소량 들어있는 캡슐로 되어 있다. 가동 초기 차가운 조건에서 엘레먼트는 이완되어 있다. 밸브는 시트에서 떨어져 있어 완전히 개방되어 있고 공기를 제약 없이 배출한다. 이 기능은 모든 압력평형식 스팀트랩의 특성으로서 왜 이 스팀트랩이 에어벤팅에 적합인지 설명하고 있다.

응축수가 압력평형식 스팀트랩을 통과하게 되면 캡슐 내부의 액체에 열이 전달되면서 이 액체는 스팀이 트랩에 도달하기에 앞서 증발한다. 캡슐 내부의 증발 압력에 의해 캡슐이 팽창하여 트랩이 닫힌다.

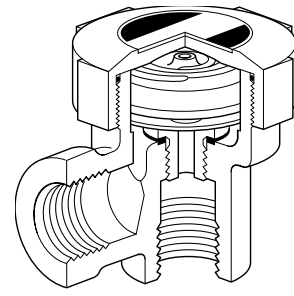


그림 1. 교체 가능한 캡슐이 있는 압력평형식 스팀트랩

이제 트랩이 닫혀 있는 상태에서 트랩의 방열 손실에 의해 캡슐 주변의 물이 식게 되고 캡슐 내부의 스팀이 응축하면서 캡슐이 수축되고 밸브가 열려 응축수가 배출된다. 그리고 응축수가 다시 캡슐을 가열하면 액체가 증발하여 밸브가 닫히는 과정이 반복된다. (그림 2)

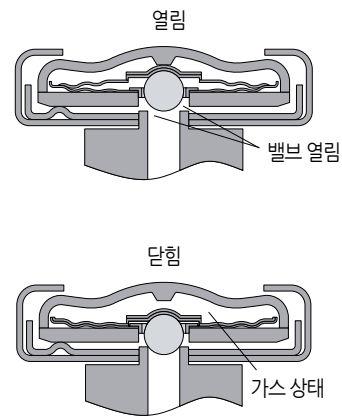


그림 2. 압력평형식 스팀트랩 캡슐의 작동 원리

스팀트랩이 작동하는 온도와 스팀 온도의 차이는 캡슐에 채운 액체의 농도에 따라 결정된다. 엘레먼트의 벽은 얇아서 압력과 온도 변화에 신속하게 반응한다. (그림 3)

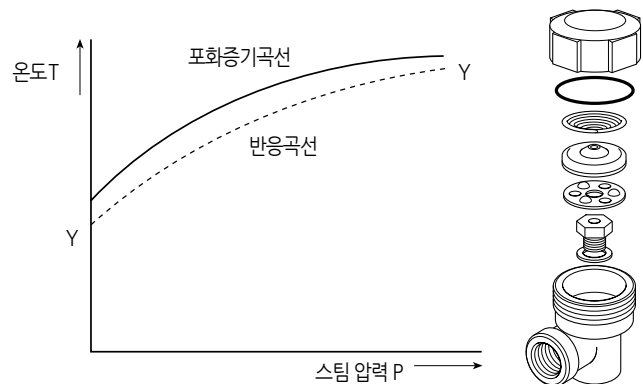


그림 3. 압력평형식 스팀트랩의 일반적인 반응 Y-Y

그림 4. 분해도

초창기의 비철금속 벨로즈 엘레먼트는 워터해머에 매우 약했지만 스테인리스강 엘레먼트를 도입하여 상황을 개선하였다. 그림 4는 과열증기, 워터해머 및 부식에 강한 최근의 일반적인 압력평형식 스팀트랩의 분해도이다.

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 장점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소형이고 가벼우며 구경에 비해 용량이 크다.</li> <li>• 시동 시 밸브가 완전히 개방되어 있어 공기와 비응축성 가스의 배출이 원활하고 부하가 클 때 최대 용량의 배출이 가능하다.</li> <li>• 외부 노출 시 빙결의 문제가 없다. (그러나 트랩 후단의 응축수 배관이 상승하는 경우에는 스팀 공급이 중단되면 물이 트랩 내부에 차게 된다.)</li> <li>• 최근의 압력평형식 스팀트랩은 자체의 최대 압력 범위 내에서 스팀압력의 변동에 자동적으로 자율 조절이 되며 70°C의 과열도까지 허용된다.</li> <li>• 트랩의 정비가 간단하다. 트랩을 배관에서 분리하지 않아도 캡슐과 밸브 시트의 분해가 쉬우며, 새로운 밸브 시트와 캡슐을 몇 분 이내에 교체하여 설치할 수 있다.</li> </ul> |
| 단점 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 벨로즈 엘레멘트를 가진 구형 모델은 워터해머 및 부식성 응축수에 쉽게 손상을 입었으나 스테인리스강 캡슐의 도입으로 이 문제를 해결하였다.</li> <li>• 다른 온도조절식 트랩과 마찬가지로 압력평형식 스팀트랩도 응축수의 온도가 스팀 온도보다 어느 정도 떨어질 때까지 (엘레멘트 내부에 채워진 유체에 의해 결정되는 정확한 온도차까지) 밸브를 열지 않으므로, 만약 설비에서 스팀 공간 내에 응축수 정체가 허용되지 않는 경우 즉 스팀 주관, 열교환기 및 중요 공정 트레이싱(Critical Tracing) 등의 경우에는 좋지 않다.</li> </ul>                                                                                         |

#### ◆ 바이메탈 스팀트랩 (Bimetal Steam Trap)

바이메탈 스팀트랩은 열팽창도가 다른 두 개의 금속판을 접합한 것으로 열하면 휘는 특성을 가지고 있다. (그림 5)

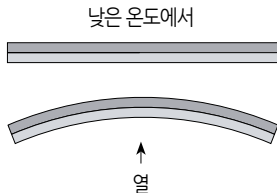


그림 5. 간단한 바이메탈 엘레멘트

이 간단한 엘레멘트에 두 가지의 중요한 점이 있다.

- ① 스팀트랩의 작동은 특정한 온도로 고정되며 이 특성은 일반적으로 스팀의 압력과 온도가 계속 변동되는 조건에는 적합하지 않다. (그림 6)
- ② 하나의 바이메탈로 형성되는 힘이 약하므로 많은 양의 바이메탈을 사용하여 스팀 시스템의 온도 변화에 느리게 반응한다.

포화증기곡선의 압력/온도 관계에 대한 트랩의 반응 정도에 따라 스팀트랩의 성능은 달라진다. 가장 이상적인 반응은 단순히 포화증기곡선에 근접하여 바로 밑에서 따라가는 것이다. 간단한 바이메탈 스팀트랩은 응축수의 온도 변화에 선형비례식으로 반응하는 경향이 있다.

그림 6은 간단한 바이메탈 엘레멘트가 선형 특성을 가질 때 포화증기곡선에 어떻게 반응하는가를 보여준다. 스팀 압력이 압력  $P_1$ 보다 증가함에 따라 스팀 포화온도와 스팀트랩 작동온도 사이의 폭이 증가하고 있다. 이 경우 시스템 압력이 상승함에 따라 훨씬 많은 응축수 정체가 발생하고 압력 변화에 대한 반응 능력이 거의 없어지게 된다.

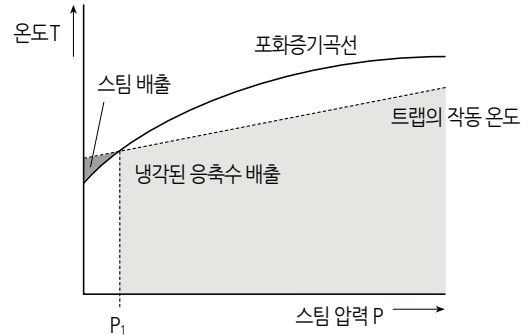


그림 6. 단일 엘레멘트 바이메탈 스팀트랩의 일반적인 반응

압력이  $P_1$ 보다 낮아지면 스팀트랩의 작동온도가 포화온도보다 위에 있게 된다. 이렇게 되면 압력이 낮은 상태에서는 항상 생증기를 누출하게 된다. 스팀 누출 방지를 위하여 스팀 압력에 관계없이 항상 포화증기곡선이 스팀트랩의 운전 온도보다 위에 있도록 제작사에서 조절할 수 있으나 엘레멘트의 선형 작동 특성 때문에 온도 차이는 더욱 커지고 압력이 상승할수록 응축수 정체 현상은 더 커지게 된다.

분명히 이것은 어떤 스팀트랩에서는 바람직하지 않은 것으로 제작사에서는 이 문제를 해결하기 위하여 다양한 노력을 하였다. 일부는 2가지 종류의 바이메탈을 조합하고 한 축에 연결하여 사용하도록 한 것이다. (그림 7)

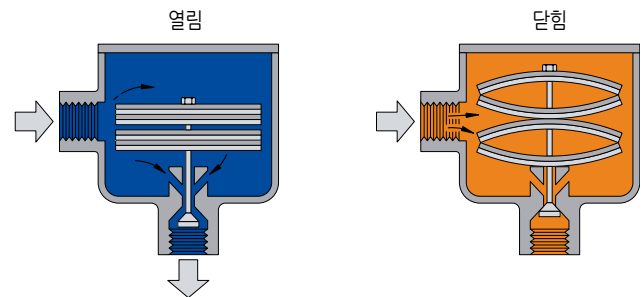


그림 7. 2개의 다른 엘레멘트를 사용한 바이메탈 스팀트랩의 작동

이 조합의 경우 대표적인 결과는 그림 8과 같이 분할된 반응 곡선으로 나타난다. 이것은 분명히 하나의 엘레멘트를 사용했을 때 (그림 6)에 비해서는 개선된 것이지만, 아직도 포화증기곡선에 근접하여 작동하지는 않는다. 한 쌍의 바이메탈이 만곡하여  $P_1$ 에서  $P_2$ 까지 반응한다. 온도가 상승하면 두 번째 쌍이 만곡하여  $P_2$ 에서  $P_3$ 까지 작동한다. 분명한 것은 비록 앞의 설계보다

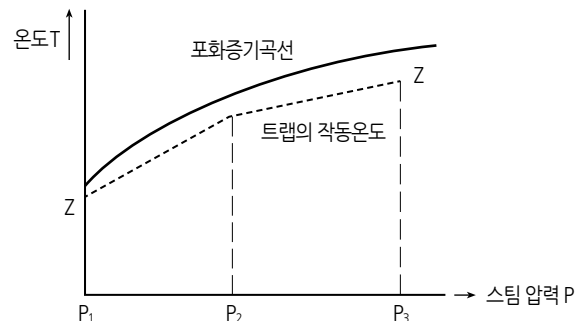


그림 8. 두 쌍 엘레멘트의 일반적인 반응 Z-Z



개선되었지만 아직도 포화증기곡선을 따라가면서 반응하는 데는 부족하다는 것이다. 보다 혁신적인 구조는 그림 9와 같은 디스크 스프링을 채용한 온도조절식 엘레먼트이다.

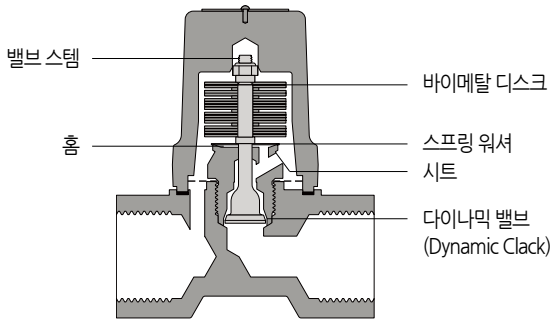


그림 9. 디스크 스프링을 사용한 바이메탈 스팀트랩

온도조절식 엘레먼트는 몇 개의 바이메탈 디스크로 구성되어 있다. 이 디스크들이 일부 온도조절식 스팀트랩과 유사하게 밸브 스템과 시트 사이에 직접적으로 작용하여 압력 변화에 따라 응축수의 배출 온도가 선형적으로 변화하도록 한다. (그림 10의 커브 'A') 디스크와 시트에 있는 홈 사이에 스프링 위셔를 사용하여, 저압에서 일부 바이메탈의 팽창을 흡수하여 압력이 변함에 따라 큰 온도 변화가 일어나도록 한다. 코일 스프링 대신 스프링 위셔가 사용되는데, 이는 선형이 아닌 지수적으로 힘이 증가하도록 하기 위해서이다.

이 효과는 스프링이 홈의 바닥에 닿게 되는 15 bar g까지 일어난다. 이는 이 압력까지 응축수의 배출 온도가 포화증기곡선에 더욱 정확하게 따라간다는 것을 의미한다. (그림 10의 커브 'B') 다이내믹 밸브(Dynamic Clack)를 사용하면 응축수가 간헐적으로 갑자기 배출되는 형태로 응축수의 배출 형태가 향상된다.

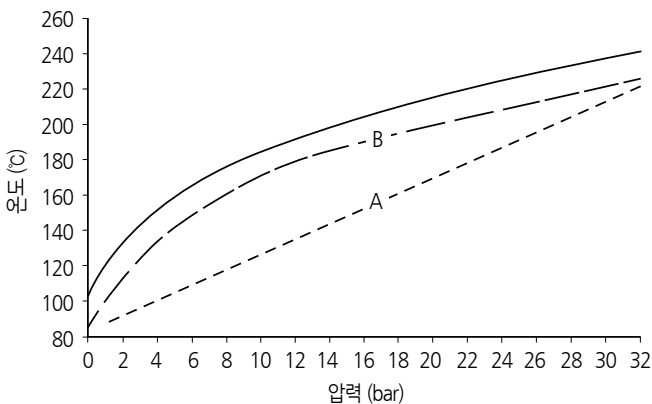


그림 10. 단일 엘레먼트와 디스크 스프링을 이용한 엘레먼트의 작동 온도 비교

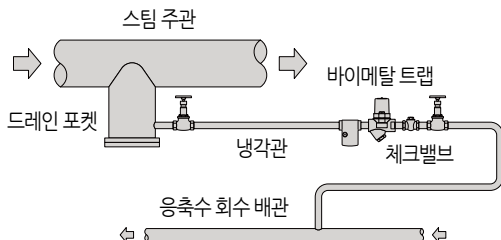


그림 11. 냉각관과 함께 설치된 바이메탈 스팀트랩

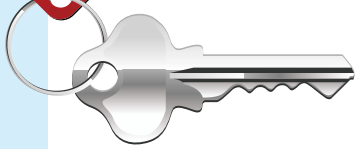
#### 장점

- 바이메탈 스팀트랩은 일반적으로 컴팩트하면서도 대용량의 응축수 배출 용량을 가지고 있다.
- 트랩이 식었을 때 밸브는 완전히 개방되어 있어 초기 가동 시 공기 배출 능력이 뛰어나고 최대의 응축수 배출 능력을 갖고 있다.
- 응축수가 배출점에서 하부로 자연스럽게 흐르면, 외부에 노출된 상태에서 작동하여도 빙결되지는 않는다. 일부 바이메탈 스팀트랩의 몸체는 심지어 빙결이 발생하더라도 몸체에 손상이 가지 않도록 설계되었다.
- 바이메탈 스팀트랩은 일반적으로 워터해머, 부식성 응축수 및 고압증기에 강하다.
- 바이메탈 엘레먼트는 광범위한 스팀 압력에 걸쳐 밸브 오리피스 구경 변동 없이 작동이 가능하다.
- 만약 밸브가 시트의 2차축에 놓여 있다면 이 밸브가 체크밸브의 역할을 할 수 있다. 그러나 유체의 역류가 발생할 가능성이 있다면 트랩 2차축에 별도의 체크밸브를 설치해야 한다.
- 응축수가 스팀의 포화온도보다 낮은 온도에서 다양한 온도로 배출되므로 스팀 공간에 응축수 정체가 허용되는 설비에서는 포화수의 일부 열량을 설비에 활용할 수 있다. 이렇게 하여 응축수를 배출하기 전에 최대한의 열회수가 가능하기 때문에, 이 종류의 트랩이 스팀 트레이싱에 많이 사용된다.
- 정비 시 스팀트랩을 배관에서 철거하지 않고 밸브와 시트를 교체할 수 있어 정비가 편리하다.
- 응축수가 고압에서 저압으로 배출될 때 발생하는 재증발증기는 응축수 배관에서 배압을 증가시키는 원인이 된다. 냉각관을 설치하여 응축수의 온도를 떨어뜨리면 응축수 배관에서 재증발증기를 적게 발생시켜 배압을 감소시킬 수 있다.

#### 단점

- 응축수가 스팀 온도보다 낮게 배출되므로 트랩을 길이가 긴 냉각관 (1~3 m 이상의 보온이 되지 않은 관) 끝에 설치하지 않으면 스팀 공간 내에 응축수 정체가 발생한다. (그림 11) 바이메탈 스팀트랩은 최대의 설비 효율을 위해 응축수를 생성 즉시 배출해야 하는 중요 공정 설비에는 적합하지 않다. 특히 온도 조절되는 설비에는 더욱 그렇다.
- 일부 바이메탈 스팀트랩은 트랩 내의 유속이 느려 배관 내의 이물질로 인해 막힐 수 있다. 그러나 일부 바이메탈 트랩은 밸브를 더 많이 개방시키기 위해 배출 에너지를 잡아두는 특별한 형태의 밸브 트림을 가지고 있다. 이런 트랩은 응축수를 연속적으로 조금씩 배출하지 않고 간헐적으로 갑자기 배출하여 자가 세척 기능을 갖는 경향이 있다. 이런 밸브 트림을 다이내믹 밸브(Dynamic Clack)라고 부르기도 한다.
- 만약 바이메탈 스팀트랩의 2차축 배압이 매우 높은 경우에는 정상적인 경우보다 응축수를 좀 더 냉각시켜야 밸브를 열 수 있다. 50%의 배압이면 약 50°C까지 온도를 더 떨어뜨려야 한다. 이런 경우는 냉각관의 길이를 길게 해야만 한다.
- 바이메탈 스팀트랩은 엘레먼트가 서서히 반응하므로 스팀의 압력이나 부하 변동에 신속하게 반응하지 않는다.

다음 호는 스팀트랩의 종류 중 기계식 스팀트랩과 써모다이내믹 스팀트랩에 대해 알아보고 주요 공정별 스팀트랩 선정 시 고려사항에 대해 설명하고자 한다. S



# 과열증기의 특성과 디슈퍼히팅 시스템

한국스파이렉스사코에서는 고객 여러분의 현장에 딱 맞는 해법을 제공하기 위하여 그동안 제안되었던 내용에 축적된 기술을 한층 더 심화한 “Key Solution (Best 성공사례)”를 추진하고 있다. 122호부터 차례로 소개하고 있으며 16번째로 <과열증기의 특성과 디슈퍼히팅 시스템>에 대해 알아보겠다.

과열증기는 스팀 압력에 해당하는 포화온도보다 더 높은 온도를 갖는 스팀을 말한다. 예를 들어 10 bar A 스팀의 포화온도는 180℃이다. 이 스팀에 열이 가해지는 상태에서 압력이 10 bar A로 유지된다면 포화증기는 과열증기로 변하게 된다. 가해진 열은 스팀의 상태를 변화시키고 스팀의 온도는 포화증기보다 더 높은 온도가 되고, 더 많은 에너지를 보유하며, 더 큰 비체적을 갖는다.

과열증기는 많은 양의 열 에너지를 가지고 있지만 이 에너지는 3가지 형태의 에너지 영역, 즉 물의 현열과 증발 잠열, 과열증기의 현열 구간으로 나뉘어 존재한다. 대부분의 에너지는 증발 잠열로 존재하고 과열증기의 현열 구간에서는 매우 적은 열량을 보유하고 있다.

[예] 10 bar A, 300℃ (포화온도 180℃, 과열도 200℃)인 과열증기의 경우 영역별 열량 분포

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 물의 현열   | 182.145 kcal/kg |
| 증발 잠열   | 480.931 kcal/kg |
| 과열증기 현열 | 65.646 kcal/kg  |

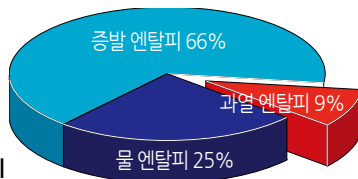


그림 1. 과열증기의 엔탈피

일반적으로 과열증기는 터빈을 회전시키기 위한 구동원으로 사용되거나, 스팀을 장거리 이송을 하는 과정에서 배관에서 발생하는 방열손실로 인한 문제점을 최소화하여 건조한 스팀을 공급하기 위한 스팀 이송용으로 사용되고 있다. 그러나 열 교환을 목적으로 하는 수단으로 사용하는 공정 열교환기 및 증류탑 등에서는 가능한 과열증기(특히 과열도가 10℃를 초과하는)를 적용하지 않고 있다. 그 이유는 과열증기를 열매체로 사용할 때 열 전달 계수가 급격하게 변화하여 열전달 장치의 정확한 선정과 제어가 어렵고, 보다 크고 더 비싼 열교환기를 선정해야 하기 때문이다.

하지만 아쉽게도 발전용으로 사용하기 위하여 생산된 과열증기 또는 인근의 폐기물을 이용하여 생산한 과열증기를 공급받아 과열도가 높은 상태에서 그대로 열 교환의 목적으로 적용하고 있는 공정을 쉽게 볼 수 있다. 그런 공정의 대부분은 공정 제어를 자동화(Auto Control) 상태의 운전이 어려워 매우 숙련된 특정 운전자에게 의존하여 수동(Manual)으로 운전되고 있고, 열 교환 설비의 효율이 감소하여 부하를 증가시키기 위한 많은 고

민을 하고 있는 것이 현실이다. 이러한 해결방안의 하나로 전열면적을 2배 이상으로 키운 열교환기를 신규 제작하거나 추가로 열교환기를 증설하여 운영하고 있는 실정이지만 근본적인 해결책이 되지 못해 많은 아쉬움이 남는다. 열교환기의 전열면적을 변경하기 전에 과열증기의 과열도를 저감하여 사용한 포화증기를 적용하지 않았다는 것에 대한 아쉬움이다. 이번 호에서는 과열증기의 특성이 열 교환 시스템에 미치는 영향, 그리고 과열증기 과열도를 효과적으로 저감시킬 수 있는 디슈퍼히팅 시스템에 대하여 알아보려고 한다.

## 과열증기가 열교환 시스템에 미치는 영향

과열증기가 포화증기만큼 공정 가열에 적합하지 못하다는 것에는 꽤 많은 이유가 있다.

### 1. 과열증기는 열전달 계수가 포화증기에 비하여 매우 작다

상대적으로 과열도가 낮은 과열증기의 경우 열교환기에 유입되면서 순식간에 열을 빼앗기게 된다. 그러나 스팀이 높은 과열도를 유지하고 있다면 상대적으로 긴 냉각시간이 요구되어 그 시간 동안 스팀은 매우 적은 양의 에너지를 방출하게 된다.

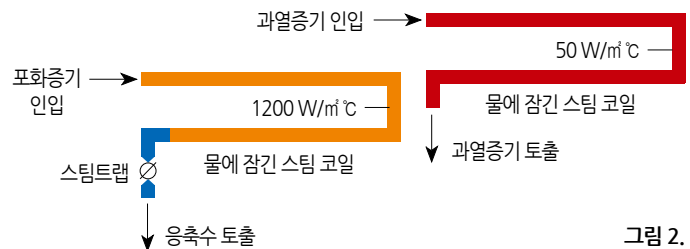


그림 2.

예를 들어 물에 잠긴 수평식 스팀 코일의 경우, 전열계수 “U”값은 과열증기에서는 50 ~ 100 W/m²·°C 정도로 낮은 수치인 반면, 포화증기의 경우 1,200 W/m²·°C로 약 12 ~ 24배 정도의 차이가 발생한다.

결과적으로 과열증기를 공급하게 되는 경우, 전열계수 “U”값이 현저하게 감소하므로 동일한 열용량을 갖기 위해서는 열교환기의 전열면적을 증가시킬 필요성이 있다.



## 2. 스팀의 과열도를 포화온도까지 감소시키기 위한 별도의 전열면적이 반드시 필요하다.

과열증기는 응축되는 과정에서 증발잠열을 제공하기 전에 일단 포화온도까지 냉각되어야 한다. 결과적으로 열교환기 내부의 Hot Side에는 2종의 유체인 과열증기와 포화증기가 존재(심각한 경우 응축수층도 존재함)하게 되고, 열전달 계수가 매우 높은 포화증기의 전열면적을 감소시킨다. 따라서 과열도가 지나치게 높은 과열증기를 사용할 경우 과열도를 감소시키기 위한 별도의 전열면적이 더 필요하므로 열교환기를 크게 설계하고 제작해야 한다.

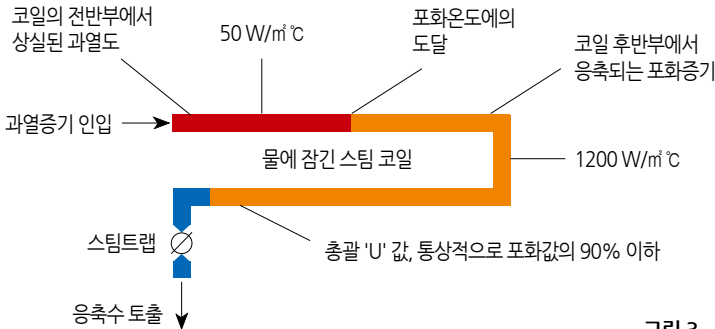


그림 3.

## 3. 과열증기는 온도제어의 불균일, 불안정한 제어의 요인이 된다.

포화증기와 달리 과열증기의 온도는 일정하지 않다. 과열증기는 열을 포기하기 위하여 냉각되어야 하는 반면 포화증기는 상태를 변화시킨다. 이것은 과열증기에서는 열전달 표면 위에서 온도의 변화가 발생함을 의미한다. 따라서 열교환기 Hot Side의 입구측과 출구측의 스팀 온도차가 발생한다. 스팀의 온도차는 제어 시스템에 영향을 줄 수 있는 또 하나의 외란으로 작용하므로 불안정한 온도 제어를 초래할 수 있다.

## 4. 열교환기 내에 유입되는 높은 온도의 과열증기는 스케일의 형성을 촉진시킬 수 있다.

과열증기는 튜브 시트 근처에 건벽 비등구간을 형성시킬 수 있다. 이러한 건벽면적에는 스케일이 형성되거나 막히게 됨으로써 튜브를 못쓰게 만들 수 있다. 막힘(Fouling)은 열전달 표면에 쌓이는 침적현상에 의해 야기되며, 이는 열 흐름에 저항을 초래한다. 대부분의 공정 유체들은 가열표면에 슬러지 또는 스케일이 침적하게 되며 특히 온도가 높을수록 이는 더 빨리 진행된다. 과열증기는 건조한 가스이다.

스팀에서 금속 벽으로 전달되는 열은 벽면에 부착되는 정적상태의 막을 통과해야 하므로 열 흐름에 저항으로 작용한다. 대조적으로 포화증기의 응축은 벽면으로 스팀의 이동을 유도하여 응축 표면에 직접 대량의 잠열을 방사하게 된다.

## 5. 과열도가 높은 스팀은 열전달 효율이 감소하여, 부하를 증가시키기 위해서는 결국 열교환기의 과대 사이징을 초래한다.

공정의 부하를 증가시키기 위하여 과열증기량을 증가시키면, 과열증기 구간의 전열면적이 증가되어야 한다. 이것은 동일한 전열면적에서 포화증기 구간

의 전열면적을 감소시키는 요인이 되므로 전체적인 전열계수 “U”값을 감소시키므로 결국 열전달량(부하)을 감소시키는 요인이 된다. 반대로 포화증기의 경우, TCV 또는 FCV 제어밸브가 개방되면서 포화증기 공급량 및 포화증기 온도가 증가하여 자연스럽게 열전달량(부하)이 증가하게 된다.

이와 같이 열전달 사용처에 있어서 높은 과열도를 갖는 스팀의 사용은 적절하지 않다는 것을 알 수 있다. 따라서 과열증기는 열전달 용도로서는 포화증기만큼 효과적이지 못하므로 열전달의 용도로 사용되는 과열증기의 과열도를 포화온도 근처까지 저감시켜 열교환기에 공급해야 한다.

## 디슈퍼히팅 시스템의 이해

디슈퍼히팅(Desuperheating)이란 과열증기를 포화증기 상태로 복귀시키거나 과열도를 감소시키는 과정이다. 대부분의 디슈퍼히터는 포화상태에 근접(포화온도+3℃)한 출구 상태를 만든다.

디슈퍼히터에는 기본적으로 2가지 타입으로 크게 분류할 수 있다.

### 1. 간접 접촉 타입

과열증기를 냉각시키기 데 사용되는 매체가 과열증기와 직접 접촉하지 않는다. 온도가 더 낮은 액체 또는 가스(주변 공기 또는 냉매)를 사용할 수 있다. 이런 타입의 디슈퍼히터로는 다관식 열교환기(Shell & Tube)가 주로 사용된다. 과열증기를 열교환기에 통과시킴에 따라 과열증기는 열을 잃게 되고 냉매는 열을 얻게 된다.

과열도가 떨어진 스팀의 온도는 입구 과열증기의 압력이나 냉각수량에 의해 제어할 수 있다. 이러한 목적으로 과열증기의 유량 제어는 일반적으로 사용하지 않으며 대부분의 시스템은 냉각수의 양을 제어한다.

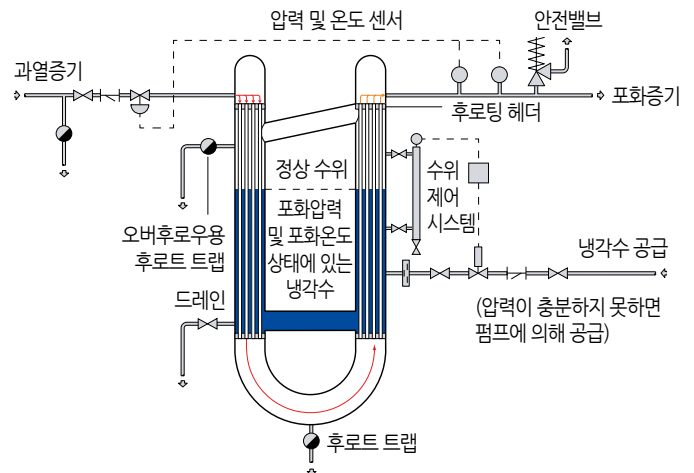


그림 4. 튜브 번들 타입 디슈퍼히터

### 2. 직접 접촉 타입

과열증기를 냉각시키기 위해 사용된 매체가 과열증기와 직접 접촉한다. 대부분의 경우 냉각수는 디슈퍼히팅될 스팀과 동일한 유체이지만 액체상태이다. 디슈퍼히터가 운전중일 때 측정된 냉각수량은 디슈퍼히터 내부에서 과

열증기화 혼합된다. 냉각수가 디슈퍼히터에 들어감에 따라 냉각수는 과열증기로부터 열을 흡수하여 증발하고 과열증기의 온도는 감소한다. 냉각수의 유량은 보통 디슈퍼히터 후단의 스팀 온도를 측정하여 제어된다. 스팀의 설정 온도는 보통 포화온도보다 3 °C가 높다.

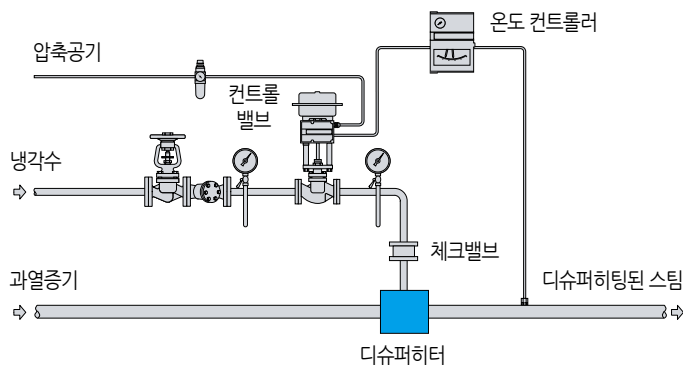


그림 5. 대표적인 직접 접촉 디슈퍼히터 스테이션

직접 접촉 타입의 디슈퍼히터에는 수조 타입의 디슈퍼히터(그림 6)와 다양한 구조의 워터 스프레이 노즐 타입(그림 7, 8)으로 크게 구분할 수 있다. 여기서는 디슈퍼히터의 종류 및 특성에 대한 사항은 별도로 언급하지 않고, 운전 중인 디슈퍼히팅 시스템의 예를 바탕으로 시스템 구성 시 고려해야 할 사항에 대하여 다룰 것이다. 제품에 대한 상세한 종류 및 특성 등에 대한 사항은 스파이렉스사코 전문가에 문의하시기 바랍니다.

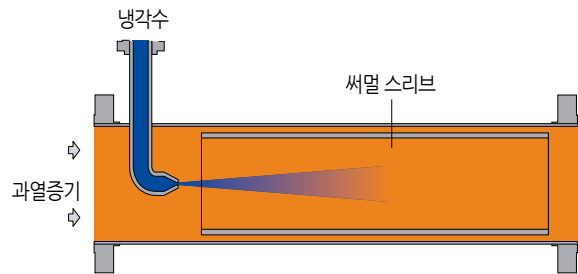


그림 7. 스프레드 타입 디슈퍼히터 내부에 설치된 써멀 슬리브

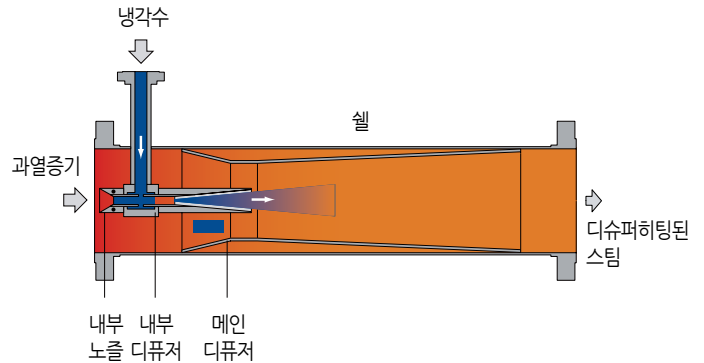


그림 8. 벤츄리 타입 디슈퍼히터

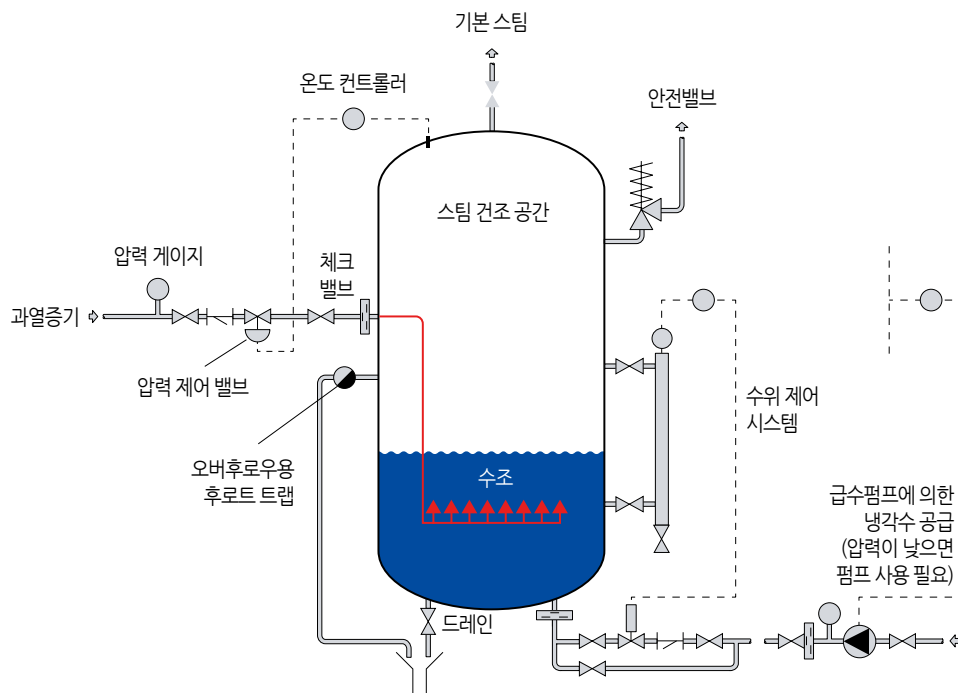


그림 6. 수조 타입 디슈퍼히터

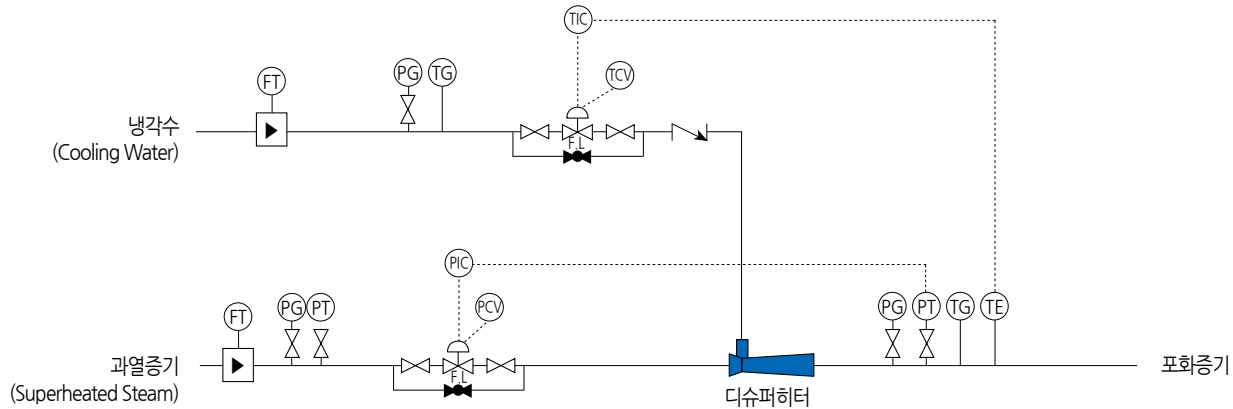


그림 9. 과열증기 공급 배관에 설치된 디슈퍼히터 주변 공정

그림 9는 과열증기 공급 배관에 설치되어 있는 디슈퍼히터 주변의 프로세스를 간략하게 표현한 것이다. 과열증기를 공급받아 직접 열교환 설비에 공급해야 하는 경우, 부하설비에서 요구하는 다양한 스팀의 온도와 압력조건을 맞추기 위해서는 반드시 감압 시스템과 디슈퍼히팅 시스템이 필요하다. 디슈퍼히터는 유입되는 과열증기를 미리 설정된 스팀 온도로 제어하기 위하여 과열증기 유량에 비례하는 정확한 냉각수(Cooling Water)를 공급해야 한다. 이때 필요한 냉각수량은 아래 식을 통하여 쉽게 구할 수 있다.

$$M_{cl} = \frac{M_g \times (h_i - h_d)}{h_d - h_{cl}}$$

$M_{cl}$  = 냉각수량 (Kg/Hr)

$M_g$  = 과열증기량 (Kg/Hr)

$h_i$  = 과열증기의 엔탈피 (Kcal/Kg)

$h_d$  = 설정온도에서의 스팀 엔탈피 (Kcal/Kg)

$h_{cl}$  = 냉각수의 엔탈피 (Kcal/Kg)

또한 이 식을 바탕으로 운전 중인 디슈퍼히터의 운전상태를 분석하기 위한 방안으로도 많이 사용하고 있다. 적절한 디슈퍼히터의 선정을 위해서는 과열증기 압력 및 온도, 유량변동범위, 냉각수 공급압력 및 온도, 스팀 배관구경 등을 고려하여 최적의 디슈퍼히팅 시스템을 구성해야 한다.

여기서는 현재 운전 중인 디슈퍼히팅 시스템의 운전상태 분석을 통하여 초기 설계에서 반드시 고려되어야 할 사항에 대해 살펴보겠다.

표 1은 현재 운전 중인 디슈퍼히터의 운전상태를 일자별로 분석하여 요약한 것이다. 디슈퍼히터의 출구측 스팀 온도는 설정 온도 180 ℃에 근접하여 정상적으로 잘 제어되고 있다. 그러나 냉각수 유입량의 측정값과 이론값을 비교하면 과잉의 냉각수가 공급되고 있음을 쉽게 알 수 있다. 실제로 디슈퍼히터 후단에 설치된 스팀트랩에서 다량의 응축수가 배출되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

비록 과열증기가 디슈퍼히터를 거치면서 요구하는 설정값에 일치하는 스팀 온도를 유지하고 있어도 냉각수가 과잉으로 공급됨에 따라 배관 및 부하설비에 좋지 않은 영향력을 미치게 되는 것은 자명한 사실이다.

표 1. 디슈퍼히터의 운전상태 분석

| 월 / 일 | 디슈퍼히터 입구 |                    | 디슈퍼히터 출구 |       |       |                    | 냉각수   |            |       |
|-------|----------|--------------------|----------|-------|-------|--------------------|-------|------------|-------|
|       | 과열 증기 유량 | 측정 입력              | 측정 온도    | 설정 온도 | 측정 온도 | 압력                 | 공급 온도 | 유량 (T/Day) |       |
|       | T/Day    | kg/cm <sup>2</sup> | ℃        | ℃     | ℃     | kg/cm <sup>2</sup> | ℃     | 측정값        | 이론값   |
| 4.1   | 509.8    | 6.6                | 276      | 180   | 179.5 | 6.57               | 15    | 55         | 36.95 |
| 4.2   | 518.8    | 6.6                | 276      | 180   | 179.2 | 6.64               | 15    | 54         | 37.6  |
| 4.3   | 498.3    | 6.9                | 276      | 180   | 171.8 | 6.93               | 15    | 53         | 41.66 |
| 4.4   | 512.7    | 6.7                | 276      | 180   | 179.5 | 6.65               | 15    | 57         | 37.1  |
| 4.5   | 500.3    | 6.7                | 276      | 180   | 179.6 | 6.65               | 15    | 55         | 36.26 |
| 4.6   | 519.0    | 6.6                | 276      | 180   | 179.6 | 6.62               | 15    | 56         | 37.61 |
| 4.7   | 487.5    | 6.6                | 276      | 180   | 179.8 | 6.62               | 15    | 54         | 34.89 |
| 4.8   | 523.0    | 6.6                | 276      | 180   | 179.2 | 6.62               | 15    | 52         | 37.9  |
| 4.9   | 538.5    | 6.6                | 276      | 180   | 179.4 | 6.62               | 15    | 50         | 39.02 |
| 4.10  | 456.5    | 6.6                | 276      | 180   | 179.4 | 6.64               | 15    | 51         | 33.08 |
| 4.11  | 479.7    | 6.6                | 276      | 180   | 179.5 | 6.64               | 15    | -          | 34.76 |
| 4.12  | 429.6    | 6.6                | 276      | 180   | 179.3 | 6.63               | 15    | -          | 35.69 |
| 평균    | 502.6    | 6.7                | 276      | 180   | 178.8 | 6.65               | 15    | 53.7       | 36.88 |

#### ◆ 디슈퍼히터에서 냉각수가 과잉으로 공급되는 원인

##### ① 디슈퍼히터를 통과하는 과열증기량이 너무 적거나, 디슈퍼히터의 오버사이징

일반적으로 디슈퍼히터를 통과한 후 스팀의 과열도를 설정온도까지 낮아지게 하기 위해서는 과열증기와 냉각수가 신속하게 상호 열교환을 할 수 있는 조건을 만들어 주어야 한다. 디슈퍼히터의 제조사들은 과열증기와 냉각수의



열전달 면적을 극대화하기 위하여 냉각수의 분사구조, 그리고 두 매체가 혼합되는 영역에서의 유속을 가능한 빠르게 하여 난류상태의 영역으로 유지하도록 디슈퍼히터를 설계한다. 그러나 대부분의 디슈퍼히터는 초기의 설계단계에서 과열증기의 유량을 현실적인 유량을 적용하기보다는 훨씬 많은 유량을 적용하여 설계를 하는 경향이 있다. 그래서 디슈퍼히터는 과도한 오버사이징이 되고 공정의 스팀 사용량이 감소함에 따라 디슈퍼히터에서 요구하는 과열증기의 최소 유속 이하에서 운전되므로 과열증기와 냉각수가 원활하게 혼합되지 않아 열교환이 이루어지지 않는다.

## ② 과도한 부하변동비 (Rangeability)

디슈퍼히터를 선정할 경우 공정의 부하 변동을 고려하여 제품이 선정되어야 한다. 그러나 대개의 경우 설비의 최소 부하를 고려하지 않고 최대 부하 또는 단순히 배관구경에 의존하여 디슈퍼히터를 선정하는 경향이 있다. 이와 같은 경우 디슈퍼히터의 부하조정범위 (Rangeability) 내에서 운전하게 되면 문제 없지만 부하조정범위를 벗어난 저부하 상태에서는 상대적으로 디슈퍼히터의 오버사이징을 초래한다.

## ③ 디슈퍼히터의 노후화

디슈퍼히터의 오랜 사용에 따른 분사 노즐의 마모로 원활한 물 분사가 이루어지지 않아 과잉의 냉각수가 유입될 수 있다. 즉, 노즐을 통해 분사되는 냉각수는 안개와 같은 미세한 입자로 분사가 되어야 하나, 오랜 사용에 따른 노즐 분사구의 구멍이 커져 물줄기로 분사되고, 과열증기와 냉각수가 접촉하여 열전달을 할 수 있는 표면적이 현저히 감소한다. 그러므로 대부분의 냉각수는 배관의 하단으로 떨어져 배관을 타고 흐르고, 제어되지 않은 과열증기 온도를 감소시키기 위하여 온도 제어 밸브가 더 개방되어 추가로 과잉의 냉각수 공급을 반복적으로 공급하게 된다

표 1에서 표면상으로는 디슈퍼히터를 통한 온도 제어가 크게 문제가 없는 것처럼 보일지라도, 현재 냉각수의 공급량은 이론값에 비하여 약 40 ~ 50 % 정도 과잉으로 공급되고 있는 것을 파악할 수 있다.

## ◆ 냉각수 과잉 공급에 따른 문제점

### ① 응축수 부하의 증가에 따른 에너지 손실

냉각수의 과잉 공급으로 인해 배관에는 열교환을 하지 않은 잉여의 냉각수가 스팀과 함께 공정으로 공급될 것이다. 그리고 각 설비에 공급되는 스팀의 건도를 저하시킬 수 있다. 스팀의 건도가 저하되면 건포화증기에 비해 보유열량이 적기 때문에 공정에 공급해야 할 스팀 유량은 증가한다.

실제로 냉각수가 과다하게 공급되어 스팀의 건도가 0.95로 감소되었을 때 공정에서의 스팀 사용량을 비교해 보면 압력이 6.6 kg/cm<sup>2</sup>인 스팀의 건도가 실제로 어느 정도 감소하였을 경우 스팀의 보유 열량은 24.557 kcal/kg (= 660.305 - 635.748)이 감소하게 된다.

즉, 건도가 감소함에 따라 스팀의 사용량은 약 5.3% (= 491.14 ÷ 466.58 x 100) 증가하게 될 것이다.

- 스팀의 압력이 6.6 kg/cm<sup>2</sup>이고 건도가 1.0인 경우

$$\begin{aligned} \text{스팀 보유열량} &= (\text{현열} + \text{잠열}) \times \text{건도} \\ &= (169.165 + 491.14) \times 1.0 \\ &= 660.305 \text{ Kcal/Kg} \end{aligned}$$

- 스팀의 압력이 6.6 kg/cm<sup>2</sup>이고 건도가 0.95인 경우

$$\begin{aligned} \text{스팀 보유열량} &= (\text{현열} + \text{잠열}) \times \text{건도} \\ &= (169.165 + 491.14) \times 0.95 \\ &= 635.748 \text{ Kcal/Kg} \end{aligned}$$

## ② 열전달을 방해하여 가열시간이 길어질 수 있다.

슬림과 함께 공급된 수분은 열전달면에 수막의 두께를 증가시켜 열전달을 방해할 수 있다. 따라서 공정시간이 길어지게 되고 생산성이 저하될 수 있다.

## ③ 워터헤머링 현상에 의한 설비의 수명 단축 초래

응축수는 질량을 가진 입자로서 25 ~ 30 m/s 정도의 빠른 유속으로 설계된 스팀 배관을 스팀과 함께 이동하면서 밸브 및 배관, 열교환 설비 등의 침식을 일으켜 수명을 단축시킬 수 있다.

## ④ 설비의 부식

수분 속에 포함된 이물질이 열전달 표면 또는 밸브 시트면에 지속적으로 퇴적되면서 정상적인 운전을 방해할 수 있으며 설비의 부식을 초래할 수 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 과열도가 높은 과열증기를 열전달 시스템에 직접적으로 적용하는 경우 많은 문제점을 초래할 수 있다는 것을 알 수 있다. 비록 스팀 공급처로부터 고온고압의 과열증기를 제공받더라도 다양한 공정 설비 즉, 열교환 설비에서 요구하는 최적의 스팀은 포화증기임을 명심해야 할 것이다.

디슈퍼히팅 시스템의 구축은 스팀의 공급과 사용처의 다른 스팀의 조건을 변경시킬 수 있는 장치이며, 디슈퍼히터의 유효 제어범위를 벗어난 상태에서 운전되지 않도록 세밀한 시스템 분석과 장비의 선정이 중요할 것이다.

디슈퍼히팅 시스템에 대한 정밀한 분석과 장비의 선정, 시스템의 구성에 대한 궁금증이 있으시면 언제든지 스파이렉스사코의 전문가와 상담하시기 바랍니다.



한국스파이렉스사코(주)  
PSSE Center 이윤제 이사

## 고객에게 의미있는 글로벌 에너지, 물 및 탄소 절감 효과 제공

2022년에 스파이렉스사코는 전 세계 및 지역 고객이 단 16가지 제품군으로 다음과 같은 에너지, 물 및 CO<sub>2</sub> 절감을 달성할 수 있도록 지원했습니다.

### 총 에너지 절감액



|        |                   |
|--------|-------------------|
| Global | 234,649,314 GJ/Y  |
|        | 9,385,580 GJ/Y    |
| SSK    | 2,241,708 Gcal/y  |
|        | 298,894 mil.KRW/y |

### 총 CO<sub>2</sub> 절감액

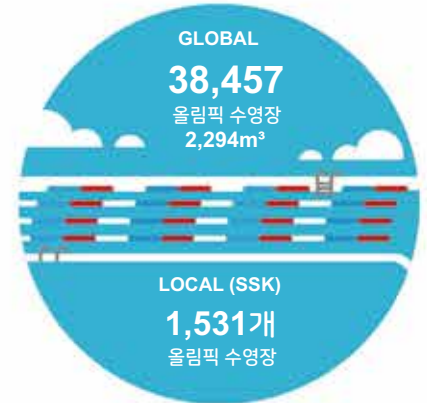
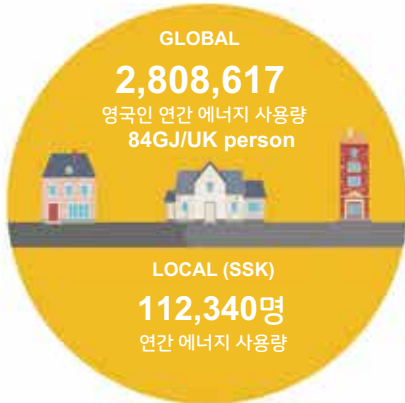


|        |                  |
|--------|------------------|
| Global | 17,681,748 ton/Y |
|        | 799,763 ton/Y    |
| SSK    | 17,595 mil.KRW/y |

### 총 물 절감액



|        |                 |
|--------|-----------------|
| Global | 88,209,186 m³/Y |
|        | 3,512,175 m³/Y  |
| SSK    | 5,268 mil.KRW/y |



위의 수치는 글로벌 전략 엔지니어링 및 환경 컨설팅 회사인 Ricardo Energy & Environment에서 외부적으로 계산 및 검증한 것입니다.

## Spirax Sarco의 글로벌 지속 가능성의 약속은 무엇입니까?

스파이렉스사코의 목적은 보다 효율적이고 안전하며 지속 가능한 세상을 설계하면서 모든 이해 관계자를 위한 지속 가능한 가치를 창출하는 것입니다. One Planet 전략은 지속 가능성에 대한 약속이자 보다 지속 가능한 미래를 구축하기 위한 로드맵입니다. 이것은 공급업체, 고객 및 지역 사회를 비롯한 다른 사람들과 협력하여 더 나은 내일을 위한 세상을 만들기 위해 우리의 운영을 안내할 것입니다.



#### 탄소 배출 제로

2030년(Scopes 1 & 2)까지 그리고 2050년까지 가치 사슬 전반에 걸쳐 순 온실 가스 배출량 제로 달성합니다.



#### 생물다양성 순 이득

생물다양성 순 이익 제공합니다. 생물다양성을 보호하고 복원하여 글로벌 운영 공간을 상쇄합니다.



#### 환경 개선

자체 작업에서 환경 개선을 구현합니다.



#### 지속 가능한 제품

정량화된 지속 가능성 혜택으로 제품 판매를 늘리십시오.



#### 공급망의 지속 가능성

공급망 관리에 지속 가능성 기준을 포함합니다.



#### 커뮤니티 웰빙

우리 지역사회 사람들의 웰빙을 지원합니다.



# BTS1050

## 보일러 블로우다운 타이머

### 시간 세팅



BTS1050은 하부 블로우다운 밸브의 제어를 위한 타이머이다. BTS1050은 하부 블로우다운 밸브를 개방하여 고형 물질을 제거함으로써 보일러의 손상을 예방하고 효율을 유지시킨다. BTS1050 타이머는 RTC(Real Time Clock) 모듈로 백업되는 배터리를 사용하여 제어된다. 별도의 블로우다운 타이머는 시작, 정지, 반복 시간이 다른 각각의 평일에 활성화할 수 있다. 간단한 복사 기능을 사용하면 필요한 경우 매개 변수를 모든 날짜에 복사할 수 있다. 테스트 기능은 사용자에게 진단 도구를 제공한다. 최대 9대까지 BTS1050(또는 BCR3250)의 설치가 가능하며 다중 보일러 사용처를 위한 우선순위 연결이 가능하다. 리미트스위치 박스를 연결하여 밸브 개폐 동작을 모니터링할 수 있다.

#### 기능

- 하부 블로우다운 전용 설계
- 24 Vdc 공급 전원
- 포괄적인 타이머 기능 탑재
- 우선순위 설정가능한 보일러 링크 연결 및 연속 블로우다운을 방지하는 복구 기능
- 간단한 시운전
- 밸브 작동 실패 시 경고 기능
- 빠른 설정 기능
- 대기중인 보일러 및 수요가 낮은 보일러의 용수 손실을 줄이는 절전 기능

#### 안전정보

본 제품은 Electromagnetic Compatibility Directive 2004/1087/EC 그 모든 요건을 준수한다.

본 제품은 Class A 환경에 적합하며 (예, 산업용) 세부 EMC 평가를 충분히 거쳤다

다음의 조건들은 산업재해 면책 범위에서 규정한 제한조건에서 벗어나 간섭을 일으킬 수 있으므로 피해야 한다.

- 제품 또는 제품의 결선 케이블이 무전기에 가까이 있다.
- 주 전원에서 과도한 노이즈가 발생된다. 만약 메인 전원에 노이즈가 발생할 가능성이 있는 경우에는 교류 전원 보호기를 설치하여야 한다. 보호기를 여과, 제거, 서지 및 불꽃 어레스터를 조합할 수 있다.
- 휴대폰과 휴대용 라디오를 본 제품이나 제품 결선의 1m 이내에서 사용한다면 간섭을 일으킬 수 있다. 실제 필요한 이격 거리는 설치 환경과 무전기의 소비전력에 따라 다를 수 있다.

**접근:** 안전하게 접근할 수 있어야 하며 필요하다면 제품을 작동하기 전에 적절히 보호할 수 있는 안전한 작업대를 갖추어야 한다.

**조명:** 특히 세밀하고 복잡한 작업이 필요한 곳에서는 적절한 조명을 갖추어야 한다.

**제품 주변의 환경:** 폭발 위험지역, 산소 부족, 위험한 가스, 극단의 온도, 뜨거운 표면, 화재위험, 과도한 소음, 움직이는 기계 등을 주의한다.

**시스템:** 예정된 작업이 전체 시스템에 미치는 영향을 고려하며 시스템의 일부분 또는 인체에 위험을 줄 수 있는지를 고려하여 예방 대책을 강구한다.

**차단:** 시스템의 갑작스러운 충격을 피하기 위해 차단밸브는 천천히 열고 닫아야 한다.

**압력:** 안전한 작업을 위해서는 작업 구간의 압력을 차단하고 대기압 상태로 안전하게 배기해야 하며 압력계가 0을 지시하더라도 제품 및 시스템에 압력이 없다고 단정지어서는 안된다.

**온도:** 압력 차단 후 상온으로 냉각될 때까지 대기하여 작업자의 화상을 방지하고, 필요하면 보호 장비를 착용해야 한다.

**기타 위험:** 정상 운전 시 제품의 표면온도가 매우 뜨거울 수 있다. 최대 허용운전 조건에서 사용할 때 제품의 표면 온도가 239℃까지 올라갈 수 있다.

설치된 상태에서 제품을 분해하거나 떼어낼 때 특별한 주의가 필요하다.

**폐기:** 이 제품은 재활용이 가능하며, 적절한 폐기 절차에 의하여 폐기할 경우 생태학적 위험은 없다.

## ◎ 파라메타 설정

|                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |                                                                                                   |  |
| BTS1050                                                                             | Password<br>“▲” 누르고 다음<br>“OK” 3초간 누름                                               | Password<br>“7452”<br>자리이동은 “OK” 짧게 누름                                              | Password<br>“OK” 3초간 누름                                                                                                                                                             | 밸브 개방 시간<br>“▲” 눌러<br>Dur 창에서 “OK” 3초간 누름                                           |
|    |    |    |                                                                                                   |  |
| 밸브 개방 시간<br>초단위 설정 후<br>“OK” 3초간 누름                                                 | 타이머 설정<br>“▲” 눌러<br>Mon창에서 “OK” 3초간 누름                                              | 타이머 설정<br>En창에서 “OK” 3초간 누름                                                         | 시작시간 설정<br>“▼” 눌러<br>Strt창에서 “OK” 3초간 누름                                                                                                                                            | 시작시간<br>00 : 00 입력 후<br>“OK” 3초간 누름                                                 |
|    |    |    |                                                                                                   |  |
| 정지시간 설정<br>“▼” 눌러<br>Stop창에서 “OK” 3초간 누름                                            | 정지시간<br>23 : 59 입력 후<br>“OK” 3초간 누름                                                 | 반복시간 설정<br>“▼” 눌러<br>rEP창에서 “OK” 3초간 누름                                             | 반복시간 설정<br>설정 후 “OK” 3초간 누름<br>(시간. 분) 단위                                                                                                                                           | COPY<br>“OK” 3초간 누름<br>Mon에 입력한 값이<br>모든 요일에 복사됨                                    |
|  |  |  |                                                                                                 |                                                                                     |
| 현재 시간 설정<br>“OK” 3초간 누름                                                             | 시간 설정<br>입력 후 “OK” 3초간 누름                                                           | 연도 설정<br>입력 후 “OK” 3초간 누름                                                           | <p>* 본 점검 절차는 유튜브에 등록된 동영상을 통해 확인이 가능합니다.<br/> <a href="https://youtu.be/F3vRVW9_LF0">https://youtu.be/F3vRVW9_LF0</a></p> <p>* 유튜브 검색창에서 “한국스파이렉스사코”로 검색하면 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.</p> |                                                                                     |

## ◎ 이상 현상에 대한 조치 방법

| 코드    | 상태 / 에러                        | 해결방안                                                                                                                                                                          |
|-------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A.003 | 블로우다운 스위치 경보                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>열림/닫힘 시간이 올바르게 설정되었는지 점검하고 블로우다운 스위치와 컨트롤러 사이의 결선을 점검한다.</li> <li>밸브가 올바르게 작동하는지 점검한다.</li> <li>스위치 및 밸브를 점검하고 필요에 따라 교체한다.</li> </ul> |
| A.004 | 블로우다운 미실행 경보                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>링크 연결 Low로 인해 블로우다운이 24시간 이상 지연되어 발생한다.</li> <li>모든 링크 우선도 미 복구 시간 설정을 점검하고, 블로우다운 결선 상태를 점검한다.</li> </ul>                             |
| A.030 | RTC (Real Time Clock, 현재시각) 오류 | <ul style="list-style-type: none"> <li>내부 오류. 지속될 경우 장비를 교체</li> </ul>                                                                                                        |
| A.097 | 시범 테스트 오류                      |                                                                                                                                                                               |
| A.098 | 시범 사용처 오류                      |                                                                                                                                                                               |
| A.099 | 내부 테스트 오류                      |                                                                                                                                                                               |



한국스파이렉스사코(주)  
서비스팀 정유성 부장





## 2023년 스팀기술연수교육 안내

본 교육은 국내 유일의 교육과정으로 스팀 및 공정 유체 분야의 기술 향상과 에너지 절감에 대한 최신의 기술 지식을 보급하기 위하여 스팀관련 현장 실무자 및 엔지니어를 대상으로 실시하고 있습니다. 1982년 시작하여 매년 20회 이상의 정규과정과 특별과정을 실시해 오고 있으며, 2022년까지 18,900여 명 이상이 본 과정을 수료하였습니다. COVID-19로 인하여 과정이 취소될 수 있고, 10명 이하 접수 시에도 취소될 수 있사오니 사전에 확인 후 신청해 주시기 바랍니다. 자세한 사항은 당사 홈페이지 [www.spiraxsarco.com/global/kr](http://www.spiraxsarco.com/global/kr)에서 확인해 주시기 바랍니다.

◆ 2023 스팀기술연수교육 일정 (아래 일정은 당사의 사정에 따라 변경될 수 있사오니 신청 전에 확인하여 주시기 바랍니다.)

|        |                                               |                                                |                                      |                                                       |
|--------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| OCT 10 | STSC 2314<br>일반과정<br>11 (수) ~ 13 (금)          | STSC 2315<br>경유 및<br>석유화학과정<br>19 (목) ~ 20 (금) | STSC 2316<br>일반과정<br>25 (수) ~ 27 (금) |                                                       |
| NOV 11 | STSC 2317<br>1차 설비분야<br>대학(대학원)생 과정<br>02 (목) | STSC 2318<br>일반과정<br>08 (수) ~ 10 (금)           | STSC 2310<br>선박과정<br>20 (월) ~ 22 (수) | STSC 2307<br>스팀에서의 제어 및<br>모니터링 과정<br>23 (목) ~ 24 (금) |
| DEC 12 | STSC 2319<br>일반과정<br>06 (수) ~ 08 (금)          | STSC 2320<br>일반과정<br>13 (수) ~ 15 (금)           |                                      |                                                       |

| 과정명               | 회수           | 대상                                                                                                                          | 기간    | 교육비 (VAT 포함) |
|-------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|
| 일반과정              | 11           | 스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자                                                                                       | 2박 3일 | 840,000      |
| 선박과정              | 1            | 조선 회사의 설계, 시설, 정비, 원동 및 열관리 담당자                                                                                             |       |              |
| 정비과정              | 2            | 스팀 설비 정비 실무 담당자                                                                                                             |       |              |
| 스팀보일러하우스과정        | 1            | 보일러 및 냉각수 시스템을 관리하는 운전, 공무, 시설, 열관리 담당자                                                                                     | 1박 2일 | 590,000      |
| 스팀에서의 제어 및 모니터링과정 | 1            | 스팀 시스템에서 계측제어, 스팀 설비관리 담당자(운전, 정비, 운용, 관리)                                                                                  |       |              |
| 경유 및 석유화학과정       | 1            | 엔지니어링 회사의 설계 담당자 및 석유화학 회사의 설계, 정비, 생산부 실무자                                                                                 |       |              |
| 기초종합과정            | 1            | 스팀 시스템 실무 3년 이하의 초보자 또는 신입사원                                                                                                | 4박 5일 | 1,390,000    |
| 설비분야 대학(원)생과정     | 2            | 스팀 시스템의 기초 교육을 원하는 대학생 또는 대학원생                                                                                              | 1일    | 무료           |
| 특별과정              | 수배관과정        | 수배관 시스템 관리, 설계 담당자                                                                                                          | 1박 2일 | 590,000      |
|                   | 식음료 및 헬스케어과정 | 식음료, 제약, 병원 및 헬스케어 회사의 설계, 시설, 정비, 원동, 생산부 실무자                                                                              |       |              |
|                   | 기타           | 각 산업 현장에서 실무적으로 스팀 시스템을 관리하는 공무, 시설, 설비 등 열관리 담당자<br>(고객의 요청에 따라 단위 회사별 특별 과정을 실시할 수 있습니다. 원하시는 고객은 당사 영업사원과 협의해 주시기 바랍니다.) |       |              |

\* 출퇴근과 숙박 중에 선택하실 수 있으며 숙박 시에는 교육비가 추가됩니다.

\* 문의: 기술연수원 교육담당 T. 032-820-3080 / e-mail. Training@kr.spiraxsarco.com

## 2023 스팀트랩 진단사 자격 검정 안내



### 스팀트랩 진단사란?

스팀 사용 설비에서의 에너지 절감을 위해 대표적으로 진단해야 할 장치인 스팀트랩의 작동 상태 점검 및 문제 해결의 숙련도를 검정하는 민간자격입니다.

한국스파이렉스사코 스팀트랩 진단사 사무국에서는 스팀트랩 진단사 민간자격 검정에 도움을 드리고자 스팀트랩 진단에 필요한 이론 및 실습을 포함한 교육과정인 스팀트랩 진단 교육과정을 당사 기술연수원에서 실시하고 있습니다. 자세한 사항은 스팀트랩 진단사 사무국 (T 032-820-3080)으로 문의하시거나 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.

| 등급      | 내용                                                                         | 2023년 교육 및 검정 일정          |               | 교육비 (검정료, VAT 포함) |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------|
| Level 1 | 스팀의 발생, 성질, 이용방법<br>스팀트랩 종류, 작동원리, 설치, 진단방법, 검정방법<br>스팀트랩 진단기 종류, 구조, 작동원리 | 36회 : 11. 15 (수) ~ 17 (금) | 3일 출퇴근 (16시간) | 510,000원          |
|         |                                                                            |                           | 2박 3일         | 840,000원          |

\* 2023년에는 Level 1 정규교육이 실시됩니다.

\* 출퇴근과 숙박 중에 선택하여 교육을 받으실 수 있습니다. 숙박 시에는 교육비가 추가됩니다.